

SQUIB: PROCESSAMENTO EM L2 APRESENTA ATIVAÇÃO NEURAL SEMELHANTE À DA L1 APÓS MESES DE AUSÊNCIA DE EXPOSIÇÃO À LÍNGUA

*por Ingrid Finger (UFRGS)^{1,2}, Kara Morgan-Short (UIC)³,
Sarah Grey (Georgetown University)^{1,4}, Michael T. Ullman (Georgetown University)¹*

RESUMO

Este estudo de ERP com uma língua artificial examinou as consequências neurais e comportamentais de um período substancial de ausência de exposição a uma L2, um cenário comum na aprendizagem de L2. O objetivo foi examinar a neurocognição da gramática de uma segunda língua (L2) na idade adulta após um período de vários meses de ausência de exposição à língua-alvo. Em particular, buscou-se verificar em que medida essa ausência acarretaria perdas na proficiência e/ou neurocognição de forma diferente que acarretam em L1. Os resultados mostram que, após a obtenção de níveis relativamente altos de proficiência na L2, vários meses de ausência de exposição à língua não necessariamente levam a uma diminuição nos níveis de desempenho. Ao invés disso, a proficiência pode não somente ser mantida como até mesmo pode ocorrer um aumento no processamento neural da sintaxe semelhante ao que ocorre na língua materna.

PALAVRAS-CHAVE: neurocognição; processamento de linguagem; memória de longo termo

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas recentes que investigam como se dá a aprendizagem e o processamento de uma segunda língua (L2) na idade adulta têm fornecido evidências importantes sobre os mecanismos neurocognitivos subjacentes a esses processos. Tais estudos sugerem que, apesar das dificuldades normalmente enfrentadas, indivíduos adultos são capazes de atingir níveis altos de proficiência na L2, bem como processamento cerebral semelhante ao que subjaz a língua materna (L1) (Birdsong & Molis, 2001; Gillon Dowens et al., 2010; Hahne et al., 2006). Entretanto, tão importante quanto atingir proficiência e processamento cerebral semelhante ao da L1, é igualmente importante *reter* o que foi aprendido, mesmo na ausência de exposição continuada à L2, especialmente porque períodos de exposição mínima ou nula são bastante comuns (Bardovi-Harlig & Stringer, 2010).

Este estudo teve como objetivo examinar a neurocognição da gramática da L2 após um período substancial (vários meses) de ausência de exposição à língua-alvo. Em particular, buscou-se verificar em que medida essa ausência acarretaria perdas na proficiência e/ou neurocognição menos semelhante

(1) Brain and Language Lab, Georgetown University, Washington DC, United States of America; (2) Departamento de Línguas Modernas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil; (3) Department of Hispanic and Italian Studies and Department of Psychology, University of Illinois at Chicago, Chicago, Illinois, United States of America; (4) Spanish and Portuguese Department, Georgetown University, Washington DC, United States of America

à da L1, nenhuma mudança nos níveis de proficiência ou na neurocognição, ou nível de proficiência e processamento na L2 mais semelhante ao nativo. Além disso, o estudo teve por objetivo também verificar em que medida o tipo de treinamento a que os participantes foram submetidos durante a aprendizagem da L2, a saber, explícito (semelhante a um contexto de sala de aula) e/ou implícito (semelhante a um contexto de imersão) influenciaria os resultados.

Somente seis estudos anteriores que examinaram os efeitos de um período de exposição limitada à L2 (1 mês a 50 anos) foram encontrados (Bahrik, 1984; Gardner et al, 1985; Weltens et al, 1989; Grendel, 1993; Murtagh & van der Silk, 2004; Mehotcheva, 2010), sendo que todos relatam dados comportamentais. Essas pesquisas sugerem que um período de exposição limitada geralmente leva à perda de conhecimento ou de desempenho na L2 (*language attrition*) e que quanto mais alto for o nível de proficiência obtido na L2 menor será a perda. Somente em um estudo (Murtagh & van der Silk, 2004) não foi relatado declínio no nível de proficiência após o período de não exposição, sendo que alguns ganhos podem ter ocorrido. Entretanto, vale ressaltar que, nesse estudo em particular, os autores atribuem uma possível melhora ao fato de os aprendizes terem sido de alguma forma expostos à L2, embora de uma forma não controlada.

Portanto, apesar de a maioria dos estudos anteriores relatarem casos de perda de proficiência após um período de não exposição ou de acesso limitado à L2, tais resultados são conflitantes e os efeitos de tais períodos não são inteiramente compreendidos. Essa falta de clareza, a nosso ver, é resultado de lacunas na literatura e também de problemas metodológicos característicos dessas pesquisas como, por exemplo, a falta de controle com relação à exposição à L2 entre os dois momentos de testagem. Além disso, somente Murtagh & van der Silk (2004) trazem dados longitudinais, e todos apresentam grupos de controle problemáticos, sendo que em alguns casos nem mesmo fatores relacionados à exposição à L2 durante o treinamento foram controlados de forma adequada. Finalmente, as pesquisas anteriores focam centralmente em averiguar mudanças de desempenho (proficiência) e não efeitos neurocognitivos de um período de ausência de exposição à L2 e não examinaram de que forma os tipos de instrução explícita e/ou implícita podem vir a influenciar esse processo.

2. ERPS E LINGUAGEM

Como vimos, pesquisas anteriores avaliando os efeitos da exposição limitada ou ausente à L2 se limitaram a examinar dados comportamentais. Esse tipo de análise, entretanto, não revela os processos ou mecanismos computacionais nem os sistemas neurais subjacentes à aprendizagem e ao uso da L2. Neste estudo, Potenciais Relacionados a Evento (*Event-Related Potentials, ERPs*) foram usados a fim de dar conta dessas lacunas. ERPs permitem identificar a atividade eletrofisiológica que resulta do processamento cognitivo no cérebro quando o indivíduo é exposto a um estímulo, e diferenças em ERPs podem ocorrer mesmo que diferenças comportamentais não sejam encontradas. Além disso, os ERPs possuem excelente resolução temporal, uma vantagem importante em comparação com outras técnicas de imageamento cerebral existentes.

Finalmente, investigações realizadas com ERPs têm revelado componentes linguísticos bem definidos. Anomalias semânticas / lexicais (ex.: Eu bebo café com leite e *cuspe, onde * marca a violação) geram um N400 (negatividade com distribuição bilateral, localização central e posterior, cujo pico ocorre por volta de 400ms após a apresentação do estímulo) tanto em língua materna (Kutas & Hillyard, 1980), quanto em L2, embora às vezes esses efeitos apareçam mais tardiamente ou com amplitudes reduzidas (Steinhauer et al., 2009; Moreno & Kutas, 2005).

Por sua vez, violações que afetam o processamento sintático e morfossintático, tais como a ordenação das palavras na frase, examinada neste estudo, geram componentes diferentes em língua materna e em L2. No caso da L1, normalmente dão origem a negatividades anteriores mais à esquerda (LANs) ou bilaterais nos primeiros 150-500ms após a apresentação do estímulo, e/ou um pouco mais tardiamente no decorrer do processamento (500ms) (Friederici et al, 2004). P600s, ou efeitos de positividade gerados 600ms após apresentação do estímulo, também são comumente associados a violações morfossintáticas em língua materna (Friederici & Kotz, 2003; Kaan et al, 2000; Steinhauer & Connolly, 2008). No caso do processamento da L2, por outro lado, os processos neurocognitivos que subjazem a morfossintaxe parecem depender, pelo menos em parte, do nível de proficiência (ou exposição) do aprendiz, sendo que níveis mais altos de proficiência são associados com processamento mais semelhante ao nativo. No caso de aprendizes iniciantes, normalmente são encontrados efeitos de N400 (Osterhout et al., 2008; Morgan-Short et al. 2010; Morgan-Short et al., 2012), ao invés de LANs, e em alguns casos efeitos P600. Com aprendizes que possuem maiores níveis de proficiência, violações morfossintáticas geram negatividades nos eletrodos anteriores – LANs e/ou P600s são normalmente encontrados (Osterhout et al, 2008; Steinhauer et al., 2009; Gillon Dowens, 2010; Morgan-Short et al. 2010; Morgan-Short et al., 2012).

3. POR QUE UMA LÍNGUA ARTIFICIAL?

Da mesma forma que línguas naturais, línguas artificiais contêm um léxico e regras gramaticais que preservam relações entre forma e significado. Elas são formadas por um léxico composto de palavras inventadas e de regras gramaticais consistentes com aquelas encontradas em línguas naturais. Por isso, línguas artificiais, que os indivíduos podem aprender a falar e compreender em um período curto de tempo, são consideradas modelos simplificados de línguas naturais. Além disso, estudos têm comprovado que línguas artificiais geram os mesmos padrões neurais que línguas naturais, validando sua utilidade em pesquisas que investigam a aprendizagem e o processamento da linguagem (Friederici et al., 2002; Morgan-Short et al., 2012).

Duas razões principais podem ser dadas para o emprego de uma língua artificial no estudo. A primeira é a possibilidade de os indivíduos dominarem a língua em uma questão de horas ou dias, fato que viabiliza a realização de estudos comparando o desempenho de um mesmo grupo de participantes no início do aprendizado da L2 (baixa proficiência) e após obterem alta proficiência. A segunda é o fato de que é possível controlar uma série de variáveis normalmente difíceis ou impossíveis de serem controladas nas pesquisas em aquisição de L2, tais como quantidade e qualidade do input, tipo de exposição, condições de aprendizagem, etc.

4. O ESTUDO

O presente estudo teve por objetivo examinar os efeitos de um período de ausência de exposição à L2 na neurocognição do processamento sintático (ordenamento das palavras na frase) no caso de sujeitos que atingiram altos níveis de proficiência em uma língua artificial a partir de treinamento explícito (como em sala de aula) ou implícito (como em situação de imersão). Mais especificamente, adultos falantes monolíngües de inglês aprenderam a compreender e falar a língua artificial Brocanto2 até atingirem um grau alto de proficiência após um período de treinamento explícito ou implícito. Os sujeitos participaram de dois momentos de realização de julgamentos de gramaticalidade avaliando frases corretas e incorretas (contendo violações em termos de ordem das palavras) em Brocanto2 nos quais os ERPs foram extraídos, sendo o primeiro imediatamente após o treinamento, denominado ‘final do treinamento’ (*end of training*), quando níveis altos de proficiência haviam sido atingidos, e

novamente após um período de alguns meses de ausência de exposição ao Brocanto2, chamado de ‘retenção’ (*retention*).

Com base nos estudos anteriores, que mostram declínio da proficiência após um período de pouca ou nenhuma exposição à L2, nossa expectativa era de que haveria perda nos níveis de proficiência entre os momentos de final de treinamento e retenção. Devido à falta de estudos anteriores examinando os efeitos desse período no processamento neural, não foram feitas previsões específicas a respeito de possíveis mudanças nos padrões de ERPs.

5. MÉTODO

5.1. Sujeitos

Um total de 19 adultos (sendo 9 do sexo feminino) foram testados de três a seis meses após terem aprendido Brocanto2 num experimento anterior (Morgan-Short et al., 2010; 2012), no qual tinham sido expostos à língua artificial em condições de treinamento explícitas ($n=10$, idade $M=24,25$, $DP=4,34$) ou implícitas ($n=9$, idade $M=24,71$, $DP=5,57$). Não foram encontradas diferenças entre os grupos em termos de escolaridade e experiência anterior com aprendizagem de línguas adicionais.

5.2. A língua artificial

Brocanto2 segue princípios das línguas naturais, é uma língua produtiva e puramente oral. Seu léxico é composto por 13 palavras inventadas com pronúncia do inglês: um artigo, com marcação de gênero (masculino *li*; feminino: *lu*); dois adjetivos também com marcação de gênero (masculino *troise/neime*; feminino: *troiso/neimo*); quatro substantivos (*pleck, neep, blom, vode*), sendo dois masculinos e dois femininos (os substantivos não possuem marcação de gênero, mas os artigos e adjetivos que os acompanham devem concordar com ele); quatro verbos (*klin, nim, yab, praz*); e dois advérbios (*noyka, zayma*).

Ao contrário do inglês, Brocanto2 não possui marcação morfológica no verbo, artigos e adjetivos são pós-nominais e as frases possuem uma ordem SOV (sujeito-verbo-objeto) fixa. Os advérbios, quando usados, seguem o verbo. Cada uma das 1404 frases possíveis em Brocanto2 possui significado e descreve um movimento num jogo de tabuleiro realizado no computador, que fornece um contexto para os sujeitos aprenderem e usarem a língua; veja a Tabela 1 para um exemplo de frase em Brocanto2 e a Figura 1 para um exemplo de configuração do jogo.

Tabela 1: Exemplo de frase correta e de frase contendo violação em Brocanto2

| Tipo de frase | Estímulo em Brocanto2 | | | | | |
|--------------------------------|---|--------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Correta | <i>Blom</i> | <i>neimo</i> | <i>lu</i> | <i>neep</i> | <i>li</i> | <i>praz</i> |
| | Blom-peça quadrada a neep-peça o trocar “A peça-blom quadrada troca com o peça-neep.” | | | | | |
| Violação de ordem das palavras | <i>Blom</i> | <i>*nim</i> | <i>lu</i> | <i>neep</i> | <i>li</i> | <i>praz</i> |
| | Blom-peça *capturar a neep-peça o trocar “A *captura peça-blom troca com o peça-neep.” | | | | | |

Nota: * = violação.

Tabela 1: Exemplo de frase correta e de frase contendo violação em Brocanto2

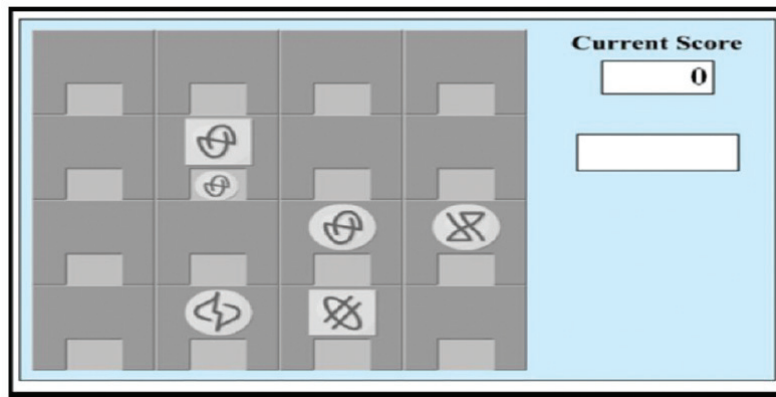


Figura 1: Tabuleiro do jogo de computador. As peças do jogo são representadas por símbolos visuais, que correspondem a substantivos em Brocanto2. As peças possuem um background quadrado ou redondo, que se referem a adjetivos em Brocanto2. Os jogadores podem fazer quatro movimentos (4 verbos) com as peças: mover, trocar, capturar e soltar, sendo que esses movimentos podem ser horizontais ou verticais (correspondendo aos advérbios).

5.3. Procedimentos:

No experimento original, que consistiu de três sessões, os sujeitos que foram selecionados para participar da condição de treinamento explícito receberam 13,5 minutos de input semelhante ao encontrado em uma aula de gramática, com explicações orais sobre a estrutura das categorias gramaticais de Brocanto2 (substantivos, verbos...). Além disso, foram também expostos a 33 exemplos de sintagmas e frases, que foram apresentados oralmente, ao mesmo tempo em que o participante observava no tabuleiro as configurações correspondentes aos movimentos que estavam sendo descritos. Na condição de treinamento implícito, os aprendizes foram expostos à mesma quantidade de tempo do treinamento explícito, mas dessa vez, ao invés de receberem instrução gramatical, foram expostos a exemplos orais de sintagmas e frases visualizando a configuração de movimento correspondente no tabuleiro do jogo, o que simula um contexto de imersão. Toda a instrução foi gravada previamente para garantir que todos os participantes de cada grupo recebessem o mesmo treinamento. Após essa fase, ambos os grupos realizaram os 44 módulos de prática, que consistiu de blocos intercalados de compreensão e produção, com *feedback* fornecido para cada resposta correta ou incorreta produzida pelos participantes. A extração dos ERPs (final do treinamento) se deu em um momento posterior aos módulos de treinamento e prática, nos quais haviam obtido níveis altos de proficiência (80% de acurácia em compreensão). Para a extração dos ERPs, os participantes foram solicitados a realizar um teste de julgamento de gramaticalidade, no qual frases em Brocanto2 (gramaticais e contendo violação na ordem das palavras) foram apresentadas oralmente.

O presente estudo, no qual os sujeitos retornaram 3 a 6 meses depois da primeira coleta (média de pouco mais de 5 meses: $M=157,5$ dias, $DP=31,6$ dias), consistiu de somente uma sessão. Inicialmente, os sujeitos reaprenderam os nomes dos itens e realizaram oito módulos de prática ou aquecimento (*warming up*) antes da extração dos ERPs (retenção). A extração dos ERPs foi novamente realizada durante o teste de julgamento de gramaticalidade.

6. RESULTADOS COMPORTAMENTAIS

Uma ANOVA entre Sessão de Testagem (final do treinamento, retenção) e Grupo (explícito, implícito) com os escores d' não revelou efeito principal nem interação. Portanto, os resultados indicam que,

na retenção, os dois grupos mantiveram os níveis de proficiência obtidos no final do treinamento no experimento original. Além disso, não foi encontrada diferença entre os grupos explícito e implícito ao final do treinamento e na retenção.

7. RESULTADOS DE ERPS

A análise dos resultados foi realizada a partir das medidas de ERPs obtidas nas seguintes janelas: 150ms-300ms, 300ms-500ms, 500ms-700ms, 700ms-900ms, 900ms-1200ms. Como podemos ver na Figura 2, que apresenta a diferença entre as formas de onda obtidas a partir de frases corretas e de frases contendo violação nas janelas, por Sessão de Testagem (final do treinamento, retenção) e Grupo (explícito, implícito), vários efeitos significativos foram encontrados na análise: (a) negatividade nos eletrodos anteriores e centrais à esquerda aos 300-500ms somente na retenção no grupo implícito; (b) negatividade nos eletrodos anteriores em ambos os grupos na janela de 500-700ms somente na retenção; (c) negatividade anterior na janela 700-900ms nos dois grupos tanto no final do treinamento quanto na retenção, mas mais robusta na retenção; (d) positividade posterior em ambos os grupos tanto no final do treinamento como na retenção nas janelas de 700-900ms e 900-1200ms, mas mais robusta e focada nos eletrodos posteriores na retenção; (e) positividade anterior à direita na janela de 300-500ms somente no grupo explícito no final do treinamento; (f) negatividade posterior em ambos os grupos na janela 300-500ms somente no final do treinamento; (g) negatividade anterior nos dois grupos tanto no final do treinamento quanto na retenção na janela 900-1200ms.

Em suma, processamento neural mais semelhante ao que ocorre em língua materna foi encontrado na retenção (em comparação ao final do treinamento) nos dois grupos, sendo que o grupo implícito, em ambas as sessões de testagem, apresentou efeitos ainda mais semelhantes aos encontrados no processamento neural em língua materna do que o explícito.

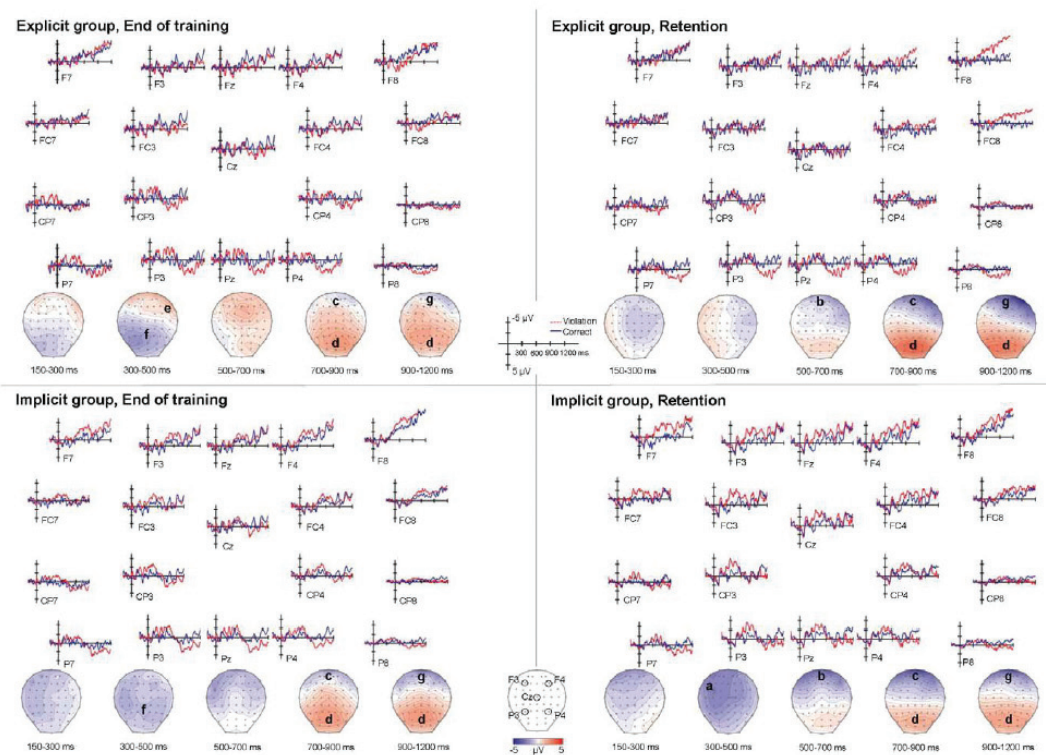


Figura 2: Resultados de ERPs. Mapas de voltagem e formas de onda refletem a diferença entre as frases corretas e as contendo violação na ordem das palavras. As médias de efeitos de ERPs são apresentadas por Sessão de Testagem (final do treinamento, retenção) e Grupo (explícito, implícito). Efeitos significativos são indicados por letras nos mapas.

8. DISCUSSÃO

Inicialmente, o fato de não terem sido encontradas, na tarefa de julgamento de gramaticalidade, diferenças entre as sessões de testagem nem entre os grupos de treinamento indica que os efeitos de ERP observados não podem ser atribuídos a diferenças de desempenho. Em geral, os ERPs foram mais semelhantes aos encontrados em língua materna na retenção do que no final do treinamento, sendo que isso ocorreu tanto no grupo explícito quanto no implícito. Além disso, o grupo implícito demonstrou processamento sintático ainda mais semelhante ao nativo do que o grupo explícito em ambos os momentos de testagem, ou seja, tanto no final do treinamento como na retenção. Esses dois principais resultados serão discutidos a seguir.

Primeiro, a constatação de que os dois grupos de sujeitos demonstraram processamento cerebral mais semelhante ao da língua materna na retenção do que no final do treinamento decorre das seguintes mudanças de comportamento entre as duas sessões de treinamento. Em primeiro lugar, a presença de uma negatividade nos eletrodos anteriores e centrais à esquerda aos 300-500ms para o grupo implícito somente na retenção (Figura 2, efeito a) indica que, nesse grupo, o processamento dependeu mais da estruturação sintática governada por regras (Friederici et al., 2004; van den Brink & Hagoort, 2004) e possivelmente do sistema de memória procedural (Ullman, 2001; 2004). Segundo, a presença de uma negatividade nos eletrodos anteriores nos dois grupos na retenção, mas não no final do treinamento, na janela de 500-700ms (Figura 2, efeito b), também sugere processamento mais semelhante ao de língua materna após meses de ausência de exposição. Terceiro, na janela de 700-900ms, foram encontradas negatividades nos eletrodos anteriores (LANs) mais robustas na retenção do que no final do treinamento nos dois grupos (Figura 2, efeito c), o que também indica processamento cerebral de língua materna. Quarto, a presença de P600s posteriores mais robustos na retenção do que no final do treinamento para os dois grupos nas janelas de 700-900ms e de 900-1200ms (Figura 2, efeito d) é consistente com a interpretação de maior processamento controlado semelhante ao da língua materna após a ausência de exposição, pelo menos no que se refere a funções como integração sintática ou reanálise estrutural. Quinto, não sabemos ao certo por que razão foi encontrada uma positividade anterior no grupo explícito na janela de 300-500ms somente no final do treinamento (Figura 2, efeito e). Efeitos como esse têm sido interpretados na literatura como refletindo processos não lingüísticos (Morgan-Short et al., 2012), mais especificamente envolvendo mecanismos atencionais (Polich, 2007).

Que mecanismos podem explicar as mudanças observadas no processamento cerebral entre o final do treinamento e a retenção? Em primeiro lugar, tais mudanças não podem ser atribuídas a qualquer tipo de exposição à L2 durante o período entre o final do treinamento e a retenção, pois Brocanto2 é uma língua artificial com a qual os sujeitos não poderiam ter tido contato. Além disso, as mudanças também não podem ser explicadas por questões de maturação ou de desenvolvimento cognitivo, dado que os participantes já eram adultos no começo do experimento original (idade média 25,6), ou devido a um aumento na escolaridade, pois a média geral de ensino formal foi de 16,7 anos no momento do treinamento.

Uma possível explicação para os efeitos obtidos seria atribuir essas mudanças a alterações no conhecimento subjacente (ou acesso a esse conhecimento) na memória declarativa e procedural, dois sistemas de memória de longo prazo que desempenham um papel fundamental na aquisição, representação e retenção de novos conhecimentos de alto nível. (Ullman, 2004; Squire & Schacter, 2002; Squire & Wixted, 2011; Eichenbaum, 2002; Izquierdo et al. 2006).

Os dados de ERP parecem consistentes com tais mudanças nos sistemas de memória declarativa e procedural. Primeiro, as evidências sugerem um decréscimo na dependência da memória declarativa do final do treinamento para a retenção. Mais especificamente, no final do treinamento, o grupo

explícito demonstrou um P3a e um aparente N400, ambos ligados à memória declarativa. Assim, o desaparecimento desses componentes na retenção é consistente com o esquecimento no conhecimento subjacente na memória declarativa.

Segundo, a evidência de que negatividades anteriores foram mais claras na retenção pode também ser atribuída a alterações nos sistemas de memória, pois negatividades anteriores podem depender da memória procedural (Ullman, 2001; 2004), pelo menos no início do processamento (300-500ms) e posteriormente se esses efeitos refletem uma continuidade do mesmo processo. Portanto, o aumento da presença de negatividades anteriores na retenção é consistente com o aumento na dependência da memória procedural, como seria de se esperar com a consolidação e o reforço do conhecimento procedural subjacente. Tal dependência da memória procedural na retenção parece ser mais clara para o grupo implícito, mas pode também ter ocorrido no grupo explícito um pouco mais tarde. Ainda, os efeitos de P600 encontrados nos dois grupos podem ser atribuídos à consolidação na memória declarativa, pois esse componente também está associado ao conhecimento nesse tipo de memória.

O segundo resultado principal deste estudo foi de que o grupo implícito demonstrou processamento sintático ainda mais semelhante ao da língua materna do que o grupo explícito tanto no final do treinamento como na retenção. Essas diferenças de efeitos de ERP entre os grupos sugerem algumas diferenças de processamento subjacentes. No final do treinamento, a presença de uma positividade anterior na janela de 300-500ms somente no grupo explícito indica que somente esse grupo fez uso de mecanismos atencionais não nativos, possivelmente relacionados ao uso do conhecimento explícito e da memória declarativa. Na retenção, a presença de uma negatividade nos eletrodos anteriores e centrais à esquerda somente no grupo implícito sugere que o grupo implícito, diferentemente do explícito, dependeu mais fortemente da construção sintática com base em regras e possivelmente da memória procedural na retenção. A emergência subsequente de uma negatividade anterior nos dois grupos na janela de 500-700ms indica um início tardio e talvez menos automático desses processos para o grupo explícito na retenção. Além disso, a emergência anterior desse efeito no grupo implícito, na janela de 300-500ms, é consistente com a emergência desse efeito no caso de falantes nativos, reforçando a visão de que o grupo implícito mostra mais processamento nativo do que o explícito.

Finalmente, a conservação da vantagem do grupo implícito em termos de processamento mais semelhante ao nativo mostra que, mesmo que um período substancial de ausência de exposição à L2 tenha reforçado o processamento semelhante ao nativo em ambos os tipos de treinamento, não necessariamente eliminou as diferenças entre os tratamentos que estavam presentes no final treinamento.

9. CONCLUSÃO

Este estudo de ERP com uma língua artificial examinou as conseqüências neurais e comportamentais de um período substancial de ausência de exposição a uma L2, um cenário comum na aprendizagem de L2. Os resultados mostram que, após a obtenção de níveis relativamente altos de proficiência na L2, vários meses de ausência de exposição à língua não necessariamente levam a uma diminuição nos níveis de desempenho. Ao invés disso, a proficiência pode não somente ser mantida como até mesmo pode ocorrer um aumento no processamento neural da sintaxe semelhante ao que ocorre na língua materna. Os resultados obtidos demonstram que períodos substanciais de ausência de exposição não são necessariamente prejudiciais e que, na verdade, podem ser seguidos de ganhos neurais, pelo menos

sob certas circunstâncias. É importante salientar que esse padrão parece não ser determinado pelo tipo de treinamento, pois resultados semelhantes foram encontrados no caso dos aprendizes que expostos à instrução explícita e dos aprendizes que receberam instrução implícita. Além disso, o grupo que recebeu treinamento implícito demonstrou processamento mais semelhante ao nativo do que o grupo exposto a treinamento explícito, tanto antes quanto depois do período de ausência de exposição, indicando que, além de fatores como idade de aquisição e proficiência, o tipo de treinamento também parece afetar a obtenção de processamento neural na L2 semelhante ao que ocorre na língua materna. Finalmente, os resultados do presente estudo podem ser, pelo menos em parte, explicados por uma combinação de esquecimento e consolidação nos sistemas de memória declarativa e procedural, os dois sistemas de memória dos quais a aprendizagem da gramática parece depender.

L2 PROCESSING PRESENTS NEURAL ACTIVATION SIMILAR TO THAT OF L1 MONTHS AFTER NO EXPOSURE TO LANGUAGE

ABSTRACT

This ERP study of an artificial language examined the neural and behavioral consequences of a substantial period of L2 exposure interruption, a common scenario in L2 learning. The objective was to examine the neurocognition of the grammar of a second language (L2) in adulthood after this interruption period. In particular, we sought to determine to what extent this interruption would cause losses in proficiency and / or neurocognition differently to what happens with L1. The results show that after obtaining relatively high levels of proficiency in L2, several months in the absence of exposure to the language does not necessarily lead to a decrease in performance levels. Instead, proficiency may not only be maintained but there may even be an increase in the neural syntax processing, similarly to what happens in one's native language.

KEY WORDS: neurocognition, language processing, long-term memory

REFERÊNCIAS

- Bahrck, H. P. (1984). Semantic memory content in permastore: Fifty years of memory for Spanish learned in school. *Journal of Experimental Psychology* 113: 1-37.
- Bardovi-Harlig, K; Stringer, D. (2010). Variables in second language attrition: Advancing the state of the art. *Studies in Second Language Acquisition* 32: 1-45.
- Birdsong D, Molis M. (2001). On the evidence for maturational constraints in second-language acquisition. *Journal of Memory and Language* 44: 235-249.
- Eichenbaum, H. (2002). *The Cognitive Neuroscience of Memory: an introduction*. New York: Oxford University Press, Inc. 370 p.
- Friederici AD, Gunter T, Hahne A, Mauth K. (2004). The relative timing of syntactic and semantic processes in sentence comprehension. *NeuroReport* 15: 165-169.
- Friederici AD, Kotz SA. (2003). The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *NeuroImage* 20: S8-S17.

Friederici AD, Steinhauer K, Pfeifer E. (2002). Brain signatures of artificial language processing: Evidence challenging the critical period hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 529-534.

Gardner RC, Lalonde RN, MacPherson J. (1985). Social factors in second language attrition. *Language Learning* 35: 519-540.

Gillon Dowens M, Vergara M, Barber H, Carreiras M. (2010). Morphosyntactic processing in late second-language learners. *Journal of Cognitive Neuroscience* 22: 1870-1887.

Grendel, M. (1993). Verlies en herstel van lexicale kennis [The loss and regaining of lexical knowledge] [PhD]: University of Nijmegen.

Hahne A, Mueller JL, Clahsen H. (2006). Morphological processing in a second language: Behavioral and event-related brain potential evidence for storage and decomposition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18: 121-134.

Izquierdo I, Bevilaqua LR, Rossato JI, Bonini JS, Da Silva WC, et al. (2006). The connection between the hippocampal and the striatal memory systems of the brain: A review of recent findings. *Neurotoxicity Research* 10: 113-121.

Kaan E, Harris A, Gibson E, Holcomb P. (2000). The P600 as an index of syntactic integration difficulty. *Language and Cognitive Processes* 15: 159-201.

Kutas M, Hillyard SA. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science* 207: 203-205.

Leow RP, Bowles MA. (2005). Attention and awareness in SLA. In: Sanz C, editor. *Mind and context in adult second language acquisition: Methods, theory, and practice*. Washington, DC: Georgetown University Press. pp. 179-203.

Mehotcheva TH. (2010). After the fiesta is over: Foreign language attrition of Spanish in Dutch and German Erasmus students [Doctoral]. Groningen, Netherlands: Rijksuniversiteit Groningen. 197 p.

Moreno EM, Kutas M. (2005). Processing semantic anomalies in two languages: An electrophysiological exploration in both languages of Spanish-English bilinguals. *Brain Research Cognitive Brain Research* 22: 205-220.

Morgan-Short K, Sanz C, Steinhauer K, Ullman MT. (2010). Second language acquisition of gender agreement in explicit and implicit training conditions: An event-related potential study. *Language Learning* 60: 154-193.

Morgan-Short K, Steinhauer K, Sanz C, Ullman MT. (2012). Explicit and implicit second language training differentially affect the achievement of native-like brain activation patterns. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24:933-947.

Murtagh L, van der Silk F. (2004). Retention of Irish skills: A longitudinal study of a school-acquired second language. *International Journal of Bilingualism* 8: 279-302.

- Osterhout L, Poliakov A, Inoue K, McLaughlin J, Valentine G, et al. (2008) Second-language learning and changes in the brain. *Journal of Neurolinguistics* 21: 509-521.
- Polich J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology* 118: 2128–2148.
- Sanz C, Morgan-Short K. (2005). Explicitness in pedagogical interventions: Input, practice, and feedback. In: Sanz C, editor. *Mind and context in adult second language acquisition: Methods, theory, and practice*. Washington, DC: Georgetown University Press. pp. 234-263.
- Squire LR, Schacter DL. (2002). *Neuropsychology of memory*. New York: The Guildford Press. 519 p.
- Squire LR, Zola-Morgan J. (1991). The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience* 14: 259-288.
- Steinhauer K, Connolly JF. (2008). Event-related Potentials in the Study of Language. In: Stemmer B, Whitaker HA, editors. *Handbook of the neuroscience of language*. Oxford, U.K.: Elsevier. pp. 91-104.
- Steinhauer K, White EJ, Drury JE. (2009). Temporal dynamics of late second language acquisition: Evidence from event-related brain potentials. *Second Language Research* 25: 13-41.
- Ullman, MT. (2001). The neural basis of lexicon and grammar in first and second language: The declarative/procedural model. *Bilingualism: Language and Cognition* 4: 105-122.
- Ullman, MT. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition* 92: 231-270.
- van den Brink D, Hagoort P. (2004). The influence of semantic and syntactic context constraints on lexical selection and integration in spoken-word comprehension as revealed by ERPs. *Journal of Cognitive Neuroscience* 16: 1068-1084.
- Weltens B, Van Els TJM, Schils E. (1989). The long-term retention of French by Dutch students. *Studies in Second Language Acquisition* 11: 205-216.